

EVALUACIÓN DE LA PELIGROSIDAD HÍDRICA PLUVIAL EN CUENCAS URBANAS - LOCALIDAD DE LANÚS

Ing. Facundo Ortiz, Ing. José Luis Carner, Ing. Sergio O. Liscia

UIDET Hidromecánica – Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata –
Calle 47 N° 200 (1900) La Plata, Argentina – e-mail: jlcarnet@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo fue desarrollado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) en el marco de un Convenio celebrado con la Autoridad de Cuenca del Río Matanza-Riachuelo (CMR - ACUMAR), para la realización del “Diagnóstico Preliminar para el Plan Maestro de Gestión de Inundaciones y Drenaje Pluvial”.

Los problemas asociados a las inundaciones urbanas son abordados bajo los criterios de inundación pluvial para diferenciarlos de los procesos de inundación fluvial referentes a cursos de agua, principalmente por desbordes de los mismos. En los casos urbanos, las inundaciones y sus consecuencias se producen por la transformación de la lluvia en escorrentía, y en particular su derrotero por calles y avenidas hacia cursos de agua, receptores finales de estas aguas.

El Riesgo Hídrico está asociado a los excedentes de agua que no pueden ser escurridos a través de conductos (medidas estructurales) y lo hacen por calles, cunetas y veredas, generando velocidades de agua y alturas o calados, que ponen en peligro a los posibles peatones y/o vehículos en puntos críticos. Del mismo modo, se analizan las consecuencias de los ingresos de agua dentro de las viviendas con sus consecuencias asociadas.

El Riesgo Hídrico, en consecuencia, debe ser analizado en función de la probabilidad de ocurrencia de los eventos pluviales, y los daños que cada uno de estos eventos genere sobre la cuenca urbana. Los resultados de estos estudios deberían derivar en un Ordenamiento Territorial que atienda estas peligrosidades asociadas a las cuencas. Las problemáticas sociales –la vulnerabilidad presente- afectan a los grandes ejidos urbanos, en particular el conurbano bonaerense, haciendo que se vuelva inviable el uso exclusivo de las medidas destinadas al reordenamiento urbano del territorio como solución a tal problemática (medidas no estructurales). Una vez desarrollada la herramienta de análisis se procedió a modelar la inclusión de medidas que contribuyan a mejoras esperadas, y su comparación que permita el desarrollo de conclusiones. En este contexto, se desarrolló el presente trabajo centrando el análisis en la factibilidad de distintas medidas estructurales partir del mapeo de indicadores de peligrosidad.

Las cuencas analizadas corresponden a la localidad de Lanús y en particular las aguas que drenan a través de dos colectores principales: bajo las calles Millán y Olazábal.

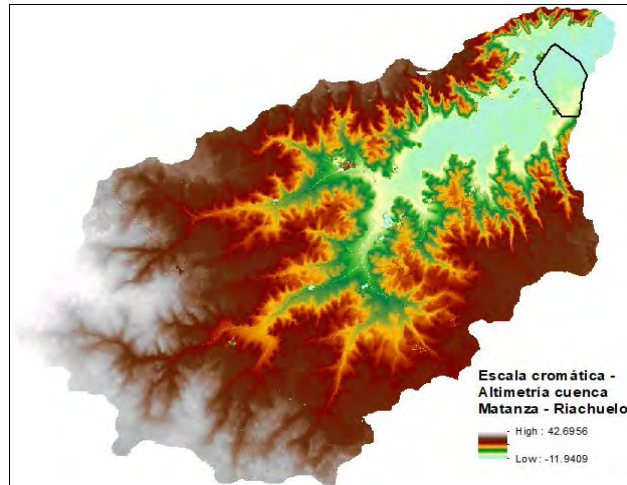


Figura 1: Área de estudio: Cuenca del Partido de Lanús de aporte a la CMR.



Figura 2: Colectores Millán y Olazábal.

Las problemáticas sociales afectan a los grandes ejidos urbanos y repercuten en un desarrollo desordenado del territorio, en particular el conurbano bonaerense, haciendo que se vuelva inviable el uso exclusivo de las medidas destinadas al reordenamiento urbano del territorio como solución a tal problemática (medidas no estructurales).

En este contexto, se desarrolló el presente trabajo centrando el análisis en la factibilidad de distintas medidas estructurales partir del mapeo de indicadores de peligrosidad.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada se ha basado en modelar la cuenca urbana con modelos hidrodinámicos, como el Storm Water Management Model, de la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. y de los resultados obtenidos, para distintas probabilidades de ocurrencia de lluvias o recurrencias, analizar las condiciones críticas máximas tanto en altura de agua alcanzada en calles como las velocidades asociadas.

Posteriormente, a través de metodologías de análisis como la desarrollada para la comunidad europea, metodología SUFRI –Strategies of Urban Flood Risk Management, desarrollada por varias universidades europeas, entre ellas la Politécnica de Valencia, concluyen en un rango de Severidades asociado a parámetros vinculados con las alturas y las velocidades del agua en calles. Analizan por lo tanto los riesgos asociados a calles, asumiendo que dentro de las viviendas la velocidad de escurrimiento es prácticamente nula.

Nivel de Severidad	Calado y (m)	Velocidad v (m/s)	Parámetro de Vuelco $h = v y$ (m ² /s)	Parámetro de Deslizamiento $S = v^2 y$ (m ² /s ²)
S 0 No se esperan víctimas	< 0,45	< 1,50	< 0,50	< 1,23
S 1 Severidad Leve. Dificultad para caminar	< 0,80	< 1,60	< 1,00	< 1,23
S 2 Severidad Media. Pérdidas de estabilidad. Vehículos pierden adherencia	< 1,00	< 1,88	< 1,00	< 1,23
S 3 Severidad Elevada. Alto riesgo para personas en el exterior = arrastre	> 1,00	> 1,88	> 1,00	> 1,23
S 4 Severidad Extrema. Daños a edificios	> 1,00	> 1,88	> 3,00	> 1,23

Figura 3: Severidades asociadas al agua pluvial en calles y avenidas.

Corresponde aclarar que estas alturas de agua en calles –calados- y las velocidades asociadas, son la resultante del agua que precipita sobre la cuenca y no el agua que desborda de arroyos cercanos, aunque de presentarse estas situaciones deben ser consideradas.

MODELACIÓN

La modelación realizada consideró cuatro aspectos característicos propios de la modelación: a. las lluvias para todo rango de recurrencias y tiempos de concentración críticos para estas cuencas urbanas; b. las cuencas urbanas con cotas en cada uno de los nodos representados por esquinas; c. los conductos existentes tanto las calles (red mayor de drenaje) como los conductos pluviales bajo el terreno (red menor de drenaje), para lo cual debió representarse y verificar en campo todo lo existente, y d. los niveles de descarga al Riachuelo, con todo el rango de niveles posibles asociados a crecidas de la cuenca y/o a sudestadas.

Así se definieron distintos escenarios de modelación llegando a determinar la envolvente de las situaciones críticas por riesgo hídrico o peligrosidad de la cuenca.

En particular el Riachuelo es una rectificación de un cauce meandroso con terraplenes de protección, laterales, que evitan los desbordes de las crecidas –inundación fluvial- pero impiden el libre drenaje de la cuenca que sólo se realiza a través de las conducciones existentes y a su capacidad limitada de drenaje.

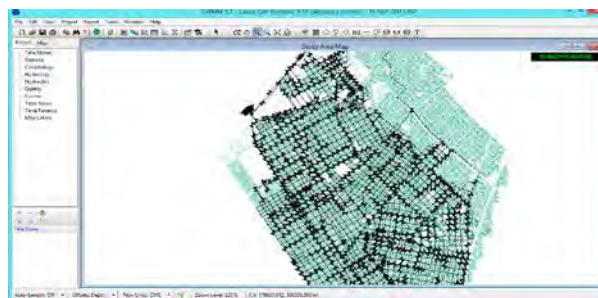


Figura 4: Modelación de calles (red mayor) y de conductos (red menor)

Se determina, para cada una de las calles de la cuenca:

- Las alturas en calles y manchas de inundación
- Las profundidades alcanzadas por las aguas en calles
- Las velocidades del agua en calles
- Los tiempos de permanencia de anegamientos
- Los Parámetros de Vuelco ($h \times V$) y de Deslizamiento ($h \times V^2$)
- Y las alturas de agua dentro de viviendas

Uno de los mayores condicionantes en la evaluación del saneamiento pluvial quedó limitado a la capacidad real de los conductos según distintos niveles de descarga al Riachuelo. En rigor, la capacidad de éstos queda limitada no sólo por las secciones de los conductos sino por la pendiente de la línea de energía que determina la máxima capacidad de erogación. Adquirir mayor pendiente implica inundar superficialmente. Y sólo lo puede producir en caso de tener el terreno capacidad de acumular agua.

Los resultados obtenidos de las capacidades de los conductos para diferentes probabilidades de tormentas han sido:

Recurrencia [años]	SITUACIÓN ACTUAL Caudales Erogados al Riachuelo [m³/s]					
	Nivel Descarga 1.45			Nivel Descarga 2.38		
	Millán	Olazábal	Suma	Millán	Olazábal	Suma
2	29.10	30.69	59.79	25.08	27.84	52.92
5	33.15	38.86	72.01	27.37	36.62	63.99
10	35.14	42.42	77.56	28.64	41.65	70.29
20	36.35	43.60	79.95	29.67	42.94	72.61
50	38.86	45.26	84.12	31.63	44.33	75.96
100	40.46	46.17	86.63	32.86	45.25	78.11

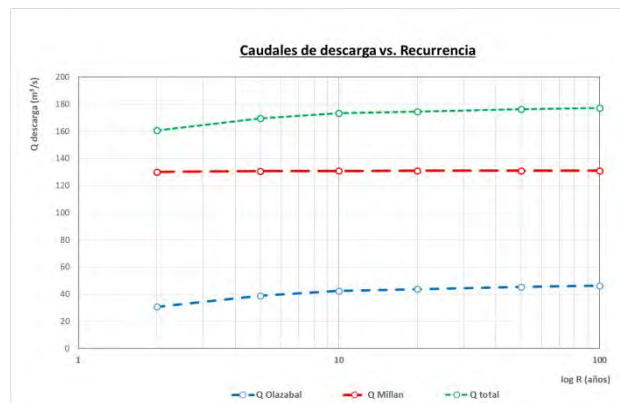


Figura 5: Capacidad de los conductos troncales principales para todo el rango de probabilidades. Tabla y Gráfico

CONSTRUCCIÓN DE LOS MAPAS DE PELIGROSIDAD

En base a los resultados obtenidos para cada una de las recurrencias analizadas, se determinó el agua en calles, que resulta de la diferencia entre la cantidad de agua precipitada y la capacidad temporal de drenaje de los conductos pluviales. Estos excedentes de agua que circulan por calles y veredas determinan los valores de peligrosidad o severidad y que se representan para el escenario de Recurrencias de 100 años, o probabilidad de 0,01), para condiciones particulares de descarga al riachuelo:

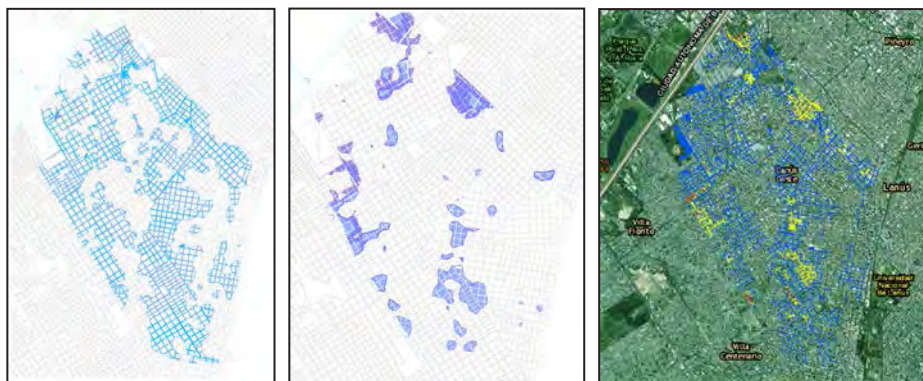


Figura 6: Agua en calles, alturas, y agua dentro de viviendas. Parámetro de vuelco para R= 100 años.

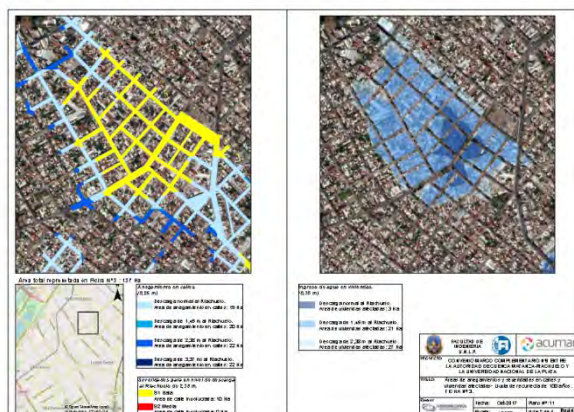


Figura 7: Análisis de la situación actual sectorizada para una Recurrencia = 100 años.

A partir de estos escenarios, considerados como la situación actual o situación de base, se han podido analizar, modelación mediante, propuestas de medidas estructurales como la ejecución de Estaciones de Bombeo (EB), ampliación de la red de conductos troncales, u otras medidas como los túneles de drenaje.

Se analizaron las mejoras en zonas previamente definidas como críticas y donde se esperan observar las bondades de la implementación de dichas medidas estructurales.



Figura 8: Comparación de las bondades de las medidas implementadas en la cuenca.

RESULTADOS

La metodología aplicada a diferentes escenarios permite analizar y comparar, en función de los costos asociados a estas propuestas de obras, la conveniencia o no de éstas.

Se ha observado que la implementación de estaciones de bombeo sólo impacta en forma local sobre su radio de influencia. Esto se da porque los conductos han quedado muy subdimensionados.

En el mismo sentido, la ampliación de conducciones no sería suficiente y requeriría de grandes inversiones.

Y el concepto fundamental radica en sacar el “peligro” de las calles por sobre sacar “agua” de las calles, aunque, de cierta manera, estas situaciones van asociadas.

La vulnerabilidad asociada a la cuenca es crucial ya que no se cuenta con saneamiento cloacal. Esto genera que ante eventos de inundación que puedan alcanzar a las viviendas, la contaminación afecta sensiblemente a la salud pública siendo los problemas más críticos que una simple crecida.

Pero la criticidad de estas situaciones, actual y futura, deberá afectarse de la probabilidad que dichos escenarios se produzcan, aún dentro de escenarios de cambio climático.

CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

El valor alcanzado en este trabajo se basa en determinar y analizar, en forma sistemática y ordenada, qué pasa con los excedentes pluviales que no tienen capacidad de ser saneados a través de conductos de la red menor, qué peligros quedan asociados a la cuenca y el escurrimiento sobre ella, red mayor; y fundamentalmente de disponer de una herramienta de

análisis eficaz para evaluar no sólo la situación actual y las consecuencias de actuar o no sobre la cuenca.

El agua en calles y la circulación de los excedentes conlleva peligro y es la premisa a solucionar.

BIBLIOGRAFÍA

Sufri. Methodology for pluvialand river flooding risk assessment in urban areas toin form decision-making. Julio 2011. Universidad Politécnica de Valencia.

Manual SWMM. Water Research. EPA. Versión 5.1. 2015.

Hidrología Aplicada. Ven Te Chow, Maidment y Mays.

Informe de Drenaje Urbano de Lanús con SWMM. UNLP-ACUMAR. José Carner et al. 2017.

Plan de Gestión Ambiental. ACUMAR. 1992.